

锡林浩特市及周边旗县,位于内蒙古高原中北部锡林郭勒草原上,属内蒙古高原北部干旱高寒地区,典型的温带大陆性气候。其显著特点是冬季寒冷而漫长,冷空气活动频繁,无霜期短。夏季炎热而短暂,年平均气温 2°C 左右。最大冻土深度为 $-2.8\text{m} \sim -3.3\text{m}$,平均冻土深度为 2.55m 左右。工程区域范围内土质为硬沙质粘土,且地下水位埋深均在 $1.5\text{m} \sim 10\text{m}$ 之间。近年来在国家西部大开发政策的指引下,锡林浩特城市建设的速度加快,双壁波纹塑料排水管道(HDPE)在市政工程建设上得到广泛的应用。本文通过该地区一个工程实例,在设计施工、经济造价、实践应用诸方面进行了研究探讨和分析论证。

本工程实例位于锡林浩特市一个周边旗县,主要工程量为:DN300排水管道安装 272m ;DN400排水管道安装 900m ;DN500排水管道安装 1027m ;DN600排水管道安装 1473m ,合计 3672m 。

一、土方工程量的分析比较

本工程位于冰冻线为 -3.00m 的寒冷地区,管道埋深均为 $-2.7\text{m} \sim -3.30\text{m}$ 左右,按照双壁波纹塑料排水管道每种规格管道设计的管道沟槽开挖断面和设计坡度进行人工沟槽土方的开挖,沟槽土质经查阅工程地质资料均为三类土。按照有关规定,放坡起点深度为 1.50m , 1.50m 以下挖土放坡系数为 $1:0.33$,依据此原则,土方开沟断面均设计为矩形与梯形相结合的组合断面。

1、本工程设计为 120° 混凝土条形基础;

2、双壁波纹塑料排水管一般情况下均设计为直埋,特殊地质如遇有地下水或岩石,需

双壁波纹塑料排水管道 在高寒地区工程实践中的应用分析

文/王 财

铺设 10 公分砂垫层基础即可,但形不成管道结构宽,因此管道结构宽应按双壁波纹塑料排水管道波纹的外缘进行计算;

3、两种管道埋深平均按 3.3 米计算。

4、比较说明:

①就沟槽土方工

程量比较而言,双壁波纹塑料排水管道比钢筋混凝土排水管道减少土方量 $24\% \sim 25\%$,如取同等价格

预算,工程投资当然节省 $24\% \sim 25\%$,考虑到施工环境因素的影响,工程投资节约幅度可达 $30\% \sim 50\%$ 。

②双壁波纹塑料排水管的安装土方工程量开沟断面小,最大优点是平面上尽量不与地下通讯、电力、有线电视电缆,给排水等地下埋设的管道等“撞车”,而且还少破坏道路、地上建筑、树木及其他相关设施及构筑物,特别涉及到拆迁工作时,应拆而不拆,对节约资金条件更为有利。

③在主要大街和狭窄街巷施工使用双壁波纹塑料排水管道可大大缩短工期。

二、水力学条件的分析比较

污水在排水管道中的流动为重力流,除设计上有坡度要求外,充满度也有一定的要求。

为方便起见,各种规格管道均按最大设计充满度计算,坡度均按 3% 计算进行比较。

根据水力学曼宁公式计算,两种管材的流速(V)、流量(Q)经查阅有关表格比较,结果如下表。

两种管材水力学条件比较表

管材规格 (mm)	钢筋混凝土排水管道水力学条件 $n=0.014$				双壁波纹塑料排水管道水力学条件 $n=0.01$			
	I	h/d	V(m/s)	Q(L/s)	I	h/d	V(m/s)	Q(L/s)
300	3‰	0.55	0.72	28.81	3‰	0.55	0.94	30.42
400	3‰	0.65	0.93	80.12	3‰	0.65	1.16	99.60
500	3‰	0.70	1.10	160.79	3‰	0.70	1.53	225.1
600	3‰	0.70	1.24	261.45	3‰	0.70	1.73	366.1

根据上述两种管材水力学条件比较表的流量(Q)的计算结果,利用钢筋混凝土排水管道非满流水力学条件所选择的管材断面,如选用同等规格的双壁波纹塑料排水管道,各种规格的管材排水流量可增加的百分比为:

DN300 $Q=5.59\%$;

DN400 $Q=24.31\%$;

DN500 $Q=40\%$;

ND600 $Q=39.57\%$

从排水流量角度分析,由于双壁波纹塑料排水管道粗糙系数小,因此在同等排水坡度和充满度的情况下,流量都有大幅度的增长,最高可达到 40% ,因此在城市基础设施应有超前建设意识的情况下,使用双壁波纹塑料排水管道存在着潜在的超前意识,对若干年后排水管道运行超过设计年限后进行改造扩建极为有利。

较大管径的双壁波纹塑料塑



料管管材如 DN500、DN600, 从流量角度看, 在充满度和流速稍加大一点后, 管材直径的选用可缩小一个规格。即 DN500 的双壁波纹塑料排水管可替代 DN600 的钢筋混凝土排水管, 管材造价可节约 35%, DN600 管径以上的 HDPE 管材替代大一号的钢筋混凝土管材其水力学条件更为明显。

③在同等充满度和设计坡度情况下, 双壁波纹塑料排水管不但有较高的流量, 而且设计流速也有较高的增长, 这对水流在管中的运动非常有利, 经试验, 管道流速大于 0.4 m/s 时, 可带动 0.4 mm 以内的砂粒移动, 若流速增大, 可带动 0.4 mm 以上砂粒及污物移动, 管道在运行过程中出现淤塞机会就会减少, 建议延长管道排水检查井在直线管段中的间隔距离。DN200~DN700 管道直线的检查井距可由现设计规范规定的 30~50 m 的间隔适当加大增至 50~70 m, 如这样, 则可减少检查井数量的 44%, 同样可节约检查井方面工程造价的 44%, 综合造价方面经计算可节约工程造价的 4%。

三、从施工工序上分析比较

钢筋混凝土排水管道安装铺设需 14 道工序且每道工序都比较繁琐耗时费力, 而双壁波纹塑料排水管道安装铺设只需 6 道工序, 约为钢筋混凝土管道的 $1/2$, 从施工的一般工序流程图比较可以看出, 双壁波纹塑料排水管道施工可大大缩短工期。

钢筋混凝土排水管道安装铺设需打 120° 或 180° 100 号素混凝土通基条形基础, 并需钢丝网水泥砂浆抹带接口, 而且还需要一定的养护期。在寒冷地区及有地下水地区施工时受到一定的限制, 在井点降水施工时, 更增加了施

工的难度和增加工程投资。而双壁波纹塑料排水管一般情况下原土基础找坡后即可安装, 特殊情况下, 如遇地下水或岩层, 只需简单地铺设 10 cm 细砂垫层基础即可, 接口采用成品胶圈或电熔接口, 不需要养护期。这在寒冷地区施工或遇地下水降水施工时, 极简便易行并可节省可观的投资。

双壁波纹塑料排水管道可以在地面上组装好后整体下管、稳管, 即刻可以进行下道工序, 免去钢筋混凝土排水管道打地基、接口养护的许多时间。由于它搬运轻便, 作业力省, 接管快捷, 可以收到良好社会效益和经济效益。

在寒冷地区, 钢筋混凝土排水管道在气温 0°C 以下施工难以保证质量, 而双壁波纹塑料排水管道在气温 -25°C 左右施工也可保证质量, 基本上不受季节性的限制, 只是寒冷季节检查井砌筑很困难。

钢筋混凝土排水管在闭水试验工序上, 要求比较严格, 在施工中稍有疏忽难以保证渗水量的要求, 返工重做的机会时常发生, 而双壁波纹塑料排水管利用胶圈接口, 其渗水量基本为 0, 因此笔者认为闭水试验这个环节可视情况免去。

钢筋混凝土排水管道和双壁波纹塑料排水管道施工安装效率分析比较表

管道直径 (mm)	管材种类 (m)	施工日铺设长度 (m)	施工速度 (分钟/根)	效益率比较
300	钢筋混凝土排水管	58	20	100%
	双壁波纹塑料排水管	430	9	740%
400	钢筋混凝土排水管	40	29	100%
	双壁波纹塑料排水管	380	10	950%
500	钢筋混凝土排水管	38	30	100%
	双壁波纹塑料排水管	350	11	920%
600	钢筋混凝土排水管	36	35	100%
	双壁波纹塑料排水管	320	12	890%

四、从施工效率上分析比较

在实际施工安装操作中, 每个施工组按 6 名技工计, 含管道的全部施工工序每个施工日施工效率统计分析比较如下表。

双壁波纹塑料排水管道施工安装效率是钢筋混凝土排水管道的 7.4~9.5 倍。

双壁波纹塑料排水管道施工安装计算工期是钢筋混凝土排水管道施工安装计算工期的 $1/9$ 。即钢筋混凝土排水管道安装 9 天完成的工程量, 双壁波纹塑料管道安装只需 1 天即可完成。特别在雨季施工时, 因安装养护工期短, 可防止管道沟槽塌方水浸, 可收到良好的经济效益和社会效益。

五、工程造价的分析

1、就本工程而言, 钢筋混凝土排水管道与双壁波纹塑料排水管道工程总造价相当。不同处是钢筋混凝土排水管道动用土方及基础占用工程造价比例大, 而双壁波纹塑料排水管道本身造价及运费占用比例较大。HDPE 管道处于国家有关部门推广使用阶段, 又是一种新型管材, 管材本身价格较昂贵, 随着市场竞争机制的深入, 近年来 HDPE 管道价格呈稳中有降的趋势。

2、因为管道内壁粗糙系数的关系 (钢筋混凝土管道 n 在 $0.013 \sim 0.014$ 间, 双壁波纹塑料排水管 n 在 $0.009 \sim 0.01$ 之

间), 双壁波纹塑料管内壁较为平滑, 水力阻力小, 因而按照水力学计算公式选择排水管径较钢筋混凝土排水管道基本上可缩小一个规格, 如可用 DN500 双壁波纹塑料管替代 DN600

钢筋混凝土排水管, 其工程综合价可节约 20~30%。

(作者单位: 内蒙古自治区锡林浩特市建设局)